Aus der konservierenden Abteilung des zahnärztlichen
Institutes der Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin

Versuche und kritische Betrachtungen über eine Verbesserung des intraoralen Röntgenbildes

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
an der Friedrich-Wilhelm-Universität
zu Berlin

vorgelegt von
Herbert Wollschläger
aus Bromberg

20. März 1938

Druck: Lengericher Handelsdruckerei, Lengerich i. W.

M 532

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Siebeck
Referent: Prof. Wannenmacher
Korreferent: Prof. Schröder

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Versuche und kritische Betrachtungen

über eine Verbesserung des intraoralen Röntgenbildes.

Die Zähne und Kiefer bilden für die Röntgendarstellung die günstigsten Objekte, denn kein anderes Organ des menschlichen Körpers zeigt zusammen an einer Stelle soviel Substanzen verschiedener Dichte, wie gerade der Kiefer. Durch diesen Unterschied in ihrer Dichte und die dadurch bedingte verschiedene Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen lassen sich die Substanzen im Röntgenbild genau unterscheiden. Demgemäß zeigt die heute weit entwickelte Aufnahmetechnik hervorragende Ergebnisse. In Ausnutzung dieser günstigen Verhältnisse hat sich der Zahnarzt mit der Berücksichtigung des Röntgenbildes auf jedem Teilgebiet der Zahnheilkunde seit Jahren vertraut gemacht.

Am Zahn lassen sich im Röntgenbilde die Hartsubstanzen entsprechend dem verschiedenen Gehalt an organischer Substanz scharf differenzieren. Das Dentin, härter als Knochen, setzt den Röntgenstrahlen einen stärkeren Widerstand entgegen als dieser und erscheint im Negativ demgemäß heller. Der Schmelz zeigt wieder eine Differenzierung gegenüber der Zeichnung des Dentins, besonders an den Stellen, an denen dem Röntgenstrahl gegenüber der Schmelz sich verdichtet, wie an den approximalen Seiten und an den Kauflächen. Die Pulpa als weiches Gebilde läßt die Strahlen fast ungehindert durch und zeigt sich als dunkler Streifen im Wurzeldentin, während er im Gebilde der Krone etwas mehr vom Schmelz überdeckt wird. Etwa eingelagerte größere Dentikel sind dem Dentinschatten entsprechend leicht zu unterscheiden. Das Wurzelzement, als in seiner Härte dem Dentin nahestehend, kann sich aus diesem Grunde nicht genau abheben und ist am normalen Zahn nicht zu differenzieren. Nur pathologische Veränderungen des Zementes, wie eine Hyperzementose, sind durch die stärkere

Dicke des Zementes deutlich festzustellen. Die bindegewebige Struktur des Periodontiums läßt die Strahlen leichter durch und zeigt sich demnach als helle scharf begrenzte Linie. Diese Linie ist wieder etwas heller als das Bild der Pulpa, weil das Periodontium vom Röntgenstrahl leichter erreichbar ist, und dieser nicht erst eine darüber gelagerte Zement- und Dentinschicht durchdringen muß. Der Kieferknochen zeigt deutlich die Differenzierung zwischen Compacta und Spongiosa. Erstere ergibt ein Bild ähnlich dem Dentin mit kaum merkbarem Helligkeitsunterschied diesem gegenüber; letztere erscheint als feines, scharf gezeichnetes Maschenwerk.

Trotz dieser günstigen Verhältnisse und Differenzierungsmöglichkeiten muß doch offen eingestanden werden, daß gerade der Praktiker noch oft aus dem Röntgenbilde nicht den Nutzen für seine therapeutischen Maßnahmen zieht, den ihm das Röntgenbild bieten könnte. Dieser Umstand mag einmal darin begründet sein, daß man sich meist mit einer mehr oder minder gelungenen Aufnahme begnügt und zufrieden ist, wenn das Röntgenbild eine Bestätigung der klinischen Diagnose oder einen bestimmten Hinweis für die Therapie bringt. Mitunter bietet aber ein einzelnes Bild nicht genügend Differenzierungsmöglichkeiten, sondern man benötigt mehrere Aufnahmen, z. B. zur Bestimmung der Lokalisation von Fremdkörpern, dislozierten Zähnen und pathologischen Prozessen. Aber als Hauptmoment muß angeführt werden, daß bei den Zahn und Kieferaufnahmen die für jede engbegrenzte Stelle maßgebenden besonderen Projektionsverhältnisse nicht genügend berücksichtigt werden. Bei einem nur nach Millimeter messenden Beobachtungsraum müssen schon geringe Versehen Mißerfolge zeitigen. Deswegen muß man, um möglichst Mißerfolge zu vermeiden, genau die Projektionstechnik mit ihren Regeln kennen.

Für das Schema Zahn und Film ergeben sich zwei Gruppen von Projektionen und zwar entsprechend in Bezug auf

den Umfang oder auf die Länge des Zahnes. Die erste Gruppe kann man als die horizontalen Projektionen bezeichnen. Man geht bei ihr mit der Röhre um den Zahn herum, um ihn von verschiedenen Seiten zu sehen. In der zweiten Gruppe, die man als die vertikalen Projektionen bezeichnet, geht man mit der Röhre höher oder tiefer, um den eventuell schief gelagerten Zahn besser der Länge nach oder gar von oben zu beobachten.

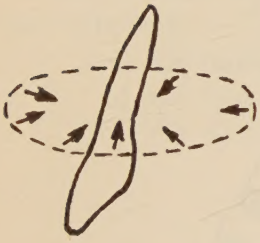


Abb. 1
Horizontale Projektionen

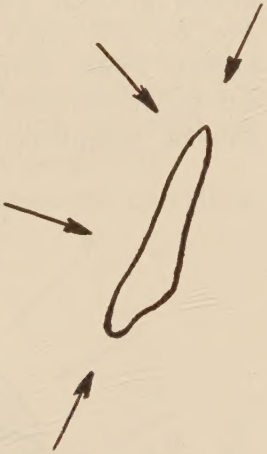


Abb. 2
Vertiktle Projektionen

Die horizontalen Projektionen unterscheidet man wieder in drei Untergruppen:

1. die vestibuläre (en face)
2. die laterale (en profile)
3. die schräge.

Bei der vestibulären Projektion treffen die Strahlen den Zahn an der vestibulären Seite, wobei der Film an der oralen Seite liegt. Diese Projektion gibt die breiteste Seite des Zahnes wieder. Der Zahn und seine Wurzeln werden isoliert dargestellt, so daß man die ganze Krone und die ganze Wurzel betrachten kann. Die approximalen zeigen ihren ganzen Längsumriß, die Septa interdentales ihre gan-

ze Breite, die Wurzeln frei den ganzen Umriß. Die Zahnstruktur wird am günstigsten eingezeichnet. Der Schmelzüberzug der Krone wird gezeigt, wo immer er tangential getroffen wird. Im Hinblick auf das Periodontium werden hierbei die längsten Strahlen des periodontalen Spaltes isoliert und deutlich dargestellt. Ebenso wird die Spongiosa am schärfsten gezeichnet, denn bei dieser Projektion treffen die Strahlen senkrecht auf den Kieferbogen, haben also die geringste Dicke des Kiefers zu durchbrechen. Diese Projektion ist also die vorteilhafteste und wird ihrer Zweckmäßigkeit wegen orthoradial genannt. Die anderen Projektionen haben nur den Zweck, die orthoradiale Projektion zu ergänzen, komplementär zu wirken.

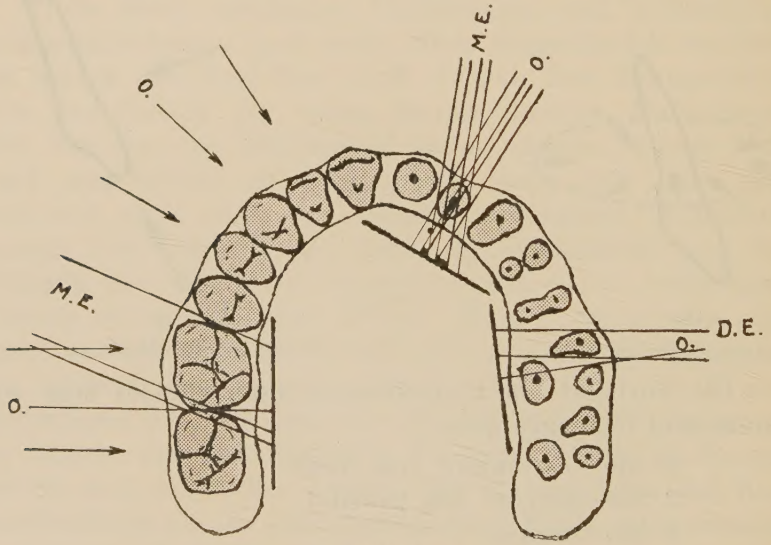


Abb. 3

Horizontale Projektionen

O = orthoradiale Projektion. Man sieht, daß die orthoradialen Projektionsebenen senkrecht auf die vestibuläre Fläche eines jeden Zahnes stehen. So werden die Kronen (links im Bilde) getrennt dargestellt. M. E. = mesioexzentrische Projektion. D. E. = distoexzentrische Projektion. Bei einer exzentrischen Einstellung projizieren sich die Kronen zum Teil aufeinander. Für die Wurzeldarstellung (rechts im Bilde) kann eine exzentrische Einstellung von Vorteil sein.

Die laterale Projektion, bei der die Strahlen rechtwinklig zur orthoradialen gehen, wäre die wirksamste komplementäre Projektion. Sie ist aber unter normalen Verhältnissen nicht möglich, unter pathologischen nur in zwei Fällen und zwar wenn ein Zahn rotiert ist oder aber, wenn ein lateraler Zahn allein steht, wobei die Strahlen in sagittaler Richtung auffallen.

Die schräge Projektion, man bezeichnet sie auch als exzentrische im allgemeinen und mesiale oder distale im besonderen, als komplementäre Projektion zur orthoradialen zeigt das, was bei der orthoradialen nicht zu sehen war. Die Wurzeln der oberen ersten Prämolaren und eventuell der oberen Molaren werden hierbei getrennt dargestellt.

Die vertikalen Projektionen werden ebenfalls in 3 Gruppen unterteilt:

1. die limbale Projektion
2. die apikale Projektion
3. die axiale Projektion.

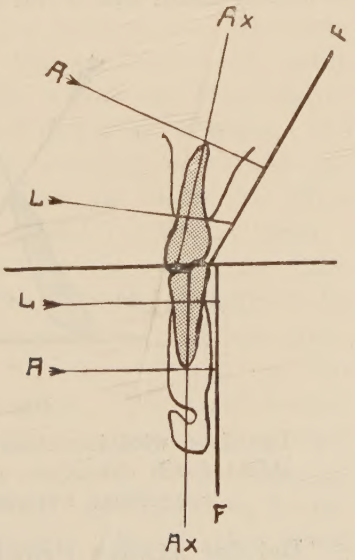


Abb. 4
Vertikale Projektionen

L = limbale Projektion
A = apikale Projektion
Ax = axiale Projektion
F = Film

Die limbale Projektion wird zur Untersuchung der Kronen und des Limbus alveolaris angewandt. Die Strahlen gehen in der Richtung des Limbus alveolaris, da die Ebene der Okklusionsflächen und des Limbus alveolaris parallel liegen.

Die apikale Projektion wird zur Untersuchung des ganzen Zahnes angewandt. Hierbei liegt der Film der Zahnkrone an, ist aber von der Wurzel entfernt. Das Objekt wird aber umso größer dargestellt, je größer seine Entfernung vom Film ist. Demnach erscheint im Bilde die Krone in fast natürlicher Höhe, während die Wurzel unproportional groß und besonders lang ist und hierbei wieder die Wurzelspitze am längsten. Um nun den Zahn in möglichst naturgetreuer Form darzustellen, hat Ciezynski zu diesem Zweck die Isometrieregel aufgestellt, die aber nur die Zahnlänge berücksichtigt. Sie sagt: die Zahnlänge wird isometrisch eingezeichnet, wenn der Zentralstrahl durch den Apex geht und senkrecht auf die Winkelhalbierende zwischen Zahn und Film auffällt.

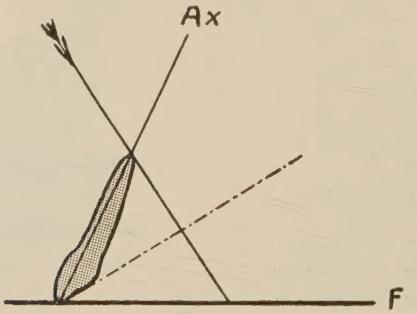


Abb. 5

Die Isometrieregel

Der Zahn wird isometrisch eingezeichnet, wenn der Zentralstrahl durch den Apex geht und senkrecht auf die Halbierungsebene zwischen Zahn und Film auffällt.

Bei der axialen Projektion gehen die Strahlen in Richtung der Zahnachse, der Film liegt in der Okklusionsebene.

Die Wurzel wird dabei auf die Krone projeziert, und es erscheint auf dem Bilde eigentlich nur die Krone mit dem Querschnitt der Wurzel bezw. der Wurzeln. Die Projektionsverhältnisse sind nur für die Krone günstig.

Die Darstellung der Zähne und Kiefer bietet besondere Schwierigkeiten deshalb, weil einerseits möglichst kontrastreiche Bilder unter Hervorhebung der feinsten Strukturzeichnung gewonnen werden sollen, andererseits, weil eine genaue Anlagerung des Röntgenfilmes unvollkommen zu erreichen ist und endlich, weil durch letzteren Umstand eine mehr oder minder erhebliche Verzerrung des Aufnahmeobjektes resultieren muß. Die für den darzustellenden Zahn günstigste Lage — Film parallel zur Zahnlängsachse (sie verläuft durch das Zentrum der Kaufläche und der Wurzelspitze, bei mehrwurzligen Zähnen sinngemäß) — kann nur bei den Prämolaren und Molaren des Unterkiefers, wo der Röntgenstrahl den Film senkrecht trifft, erzielt werden. Schwieriger werden die Verhältnisse bereits bei den unteren Schneidezähnen, da dort der Ansatz des M. genioglossus an der Spina mentalis interna ein Abbiegen des Filmes lingualwärts bedingt. Ein senkrecht zur Zahnlängsachse geleiteter Röntgenstrahl würde die Wurzelspitzen in diesem Falle nicht mehr auf den Film bringen. Im Oberkiefer ist es an keiner Stelle möglich, den Film parallel zur Zahnlängsachse zu belichten, da durch die Wölbung des Gaumens der Film nicht parallel anliegen kann.

Neben der Verzerrung des Röntgenbildes nach der Länge ist noch diejenige nach der Breite zu berücksichtigen, die aus der Krümmung des Zahnbogens resultiert. Diese Breitenverzerrung kann durch eine Strahlenrichtung in der Orthoradialebene ausgeschaltet werden. Die Orthoradialebene ist die Ebene, die durch die Zahnlängsachse möglichst parallel zu den Interdentalsepten verläuft. Diese Einstellung ist die einzige, die der individuell verschiedenen Krümmung der Zahnbogen Rechnung trägt. Mesial oder distal exzentrisch dagegen sind andere Ebenen, die mehr nach mesial oder distal gedreht sind.

Ein weiterer Fehler, der zu Verzerrungen des Röntgenbildes führt, ist das Biegen des Filmes. Wenn Firmen, die sich mit der Herstellung von Röntgenfilmen befassen, in ihren Prospekten „höchste Biegsamkeit" ihres Filmes anführen, so verführt das leicht den Praktiker zu solchen Fehlern. Diese weichen Filme sind auf das Bestreben zurückzuführen, dem Patienten keinen Schmerz zu machen, zweitens die Entfernung des Filmes von der Wurzel durch Anpressen an den Zahnfortsatz zu verringern. Die Lösung ist jedoch falsch. Der gebogene Film wirkt wie ein gebogener Spiegel, der das Bild vollständig verzerrt. Es fragt sich nun, was sich gegen den Fehler der Filmverbiegung tun läßt. In breit ausladenden und schön gerundeten Zahnbögen ist es lediglich angebracht, den Film 3×4 cm in der Eckzahnkurve oder auch in der Schneidezahngegend hochzustellen, so daß die schmale Seite horizontal liegt. Schwieriger wird es schon, wenn im Eckzahngebiet ein Engstand herrscht.

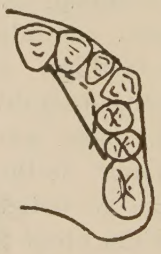


Abb. 6

Richtige Lage des Filmes zur Aufnahme des Eckzahnes ——
Falsche Lage (Film verbogen) ------

Abbildung 6 zeigt, in welcher Weise der Film in solchen Fällen zu liegen hat. Der Patient muß ihn möglichst hoch im Gaumen anpassen (im Unterkiefer möglichst tief im Mundboden); dadurch gelingt es meistens, die Biegung des Filmes zu vermeiden. Störende Ecken können vorher abgebogen werden. Erscheint auch der hochkant gestellte Film

3 × 4 cm noch zu breit, so muß man zum Film 2 × 3 cm übergehen, der in den Fällen noch näher an den Eckzahn kommen würde, ohne gebogen zu werden. Hat man keinen Film 2 × 3 cm zur Hand, so kann man von dem hochkant gestellten Film 3 × 4 cm einen cm abbiegen. Der abgebogene Filmteil versteift überdies den ganzen Film, so daß er nicht in die Lage kommt, sich zu biegen.

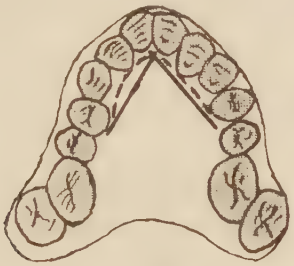


Abb. 7

Richtige Lage (2 Filme) ———
Falsche Lage (1 Film gebogen) - - - - - -

Ein weiterer schwieriger Fall ist die Frontzahnaufnahme bei stark komprimiertem Kiefer mit gotischem Zahnbogen. Hier ist die übliche Aufnahme von $\frac{1}{1}$ mit mediansagittaler Einstellung unmöglich und falsch. Es müssen vielmehr 2 Filme genommen werden. Die Einstellung erfolgt auf die beiden seitlichen Schneidezähne.

Für die Diagnostik spielt eine Verzerrung meist nicht eine solche Rolle, wie für die therapeutischen Maßnahmen. So gibt es doch Fälle, wo man die Länge einer Wurzel bezw. eines Wurzelkanales ganz exakt bestimmen muß, z. B., wenn eine Wurzel einen Stift für einen Kronenersatz aufnehmen soll, bei einer Wurzelspitzenresektion oder bei einer Schröderschen Lüftung. Dieses versucht Scherbel dadurch, daß er vorschlägt, an den Zahn parallel zu seiner Längs- und Transversalachse eine quadratische Metallmarke von bestimmter Größe anzubringen und aus der Projektion dieser Marke im Röntgenbild die wahren Größenverhältnisse

des Zahnes zu errechnen. Wenn aber einerseits die Marke ziemlich groß ist, verdeckt sie zu viel von dem Zahn, andererseits würde eine kleine Marke wiederum die Berechnung des Größenverhältnisses erschweren und ungenau machen. Von Bedeutung für den Praktiker ist meistens ja nur eine Verzerrung in der Längsachse, also eine Verlängerung oder Verkürzung des Zahnes. Hiergegen hat Dieck vorgeschlagen, eine Nadel von bestimmter Länge in den Wurzelkanal des Zahnes zu stecken und sie mit auf das Röntgenbild zu bringen. Diese Maßnahme arbeitet mit einer größeren Sicherheit, weil erstens die Nadel der Längsachse parallel sein muß, da sie im Wurzelkanal liegt, was beim Anbringen einer Marke auf den äußeren Zahn Schwierigkeiten bereitet, zweitens man die Länge der Nadel größer nehmen kann als die Höhe und Breite der Marke, wodurch wiederum eine genauere Berechnung ermöglicht wird.

Wenn aber der zu untersuchende Zahn vital ist, kann man nicht nach Dieck die Nadel in den Wurzelkanal einführen, sondern muß die Nadel außerhalb des Zahnes an seiner Krone anbringen. Als Befestigungsmittel dient am besten Biopercha, das sich leicht und schnell applizieren läßt. Der Einfachheit wegen könnte die Länge der Nadel 10 mm betragen, da sich hiermit am besten rechnen läßt. Wenn man nun noch gleich auf den Rand des Röntgenbildes eine Millimetereinteilung anbringt, wäre die Umrechnung noch zu erleichtern.

Hierzu sägt man sich am besten einen Rahmen aus dünnem Blech von der Größe des Röntgenfilmes zurecht und bringt an dessen Innenseiten Kerben von Millimetergröße an. Den Rahmen steckt man auf die Vorderseite des Filmes zwischen das Papier, mit dem der Film umwickelt ist. Auf diese Art kann man meistens schon mit dem bloßen Auge eine Verlängerung oder Verkürzung auf dem Röntgenbild erkennen und auch die wahre Größe des Zahnes schätzen.

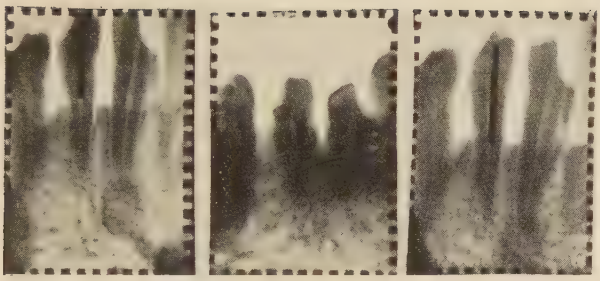


Abb. 8

Die weitere Aufgabe der Röntgentechnik ist, möglichst kontrastreiche Bilder wiederzugeben, die auch die feinsten Strukturzeichnungen aufweisen.

Die Schärfe des Röntgenbildes hängt von verschiedenen Faktoren ab. Sie wird beeinflußt von der Größe und der Entfernung des Fokus, von der Fixation der Röhre, des Kopfes und des Filmes und endlich durch die Streuung der Röntgenstrahlen.

Das Röntgenbild ist ein Schattenbild. Je kleiner und weiter entfernt die Lichtquelle ist, und je näher das schattenwerfende Objekt an der weißen Wand steht, desto schärfer werden die Ränder des Schattenbildes. Ebenso muß der Röntgenfilm, um zu einem scharfen Röntgenbilde zu werden, möglichst nah dem Kiefer und Zahn, der Fokus dagegen möglichst weit fort und klein sein. Beliebig weit kann man allerdings mit der Röhre nicht weggehen, da sonst die Belichtungszeit zu lang werden würde. Ein kleiner Fokus zeichnet scharf, da er wie mehrere kleine Foci, flächenhaft angeordnet, wirkt. Die Fixation der Röhre muß gut sein, sonst wirkt der schwingende kleine Fokus wie ein großer. Ebenso nötig ist erklärlicherweise die Fixation des Kopfes und Filmes.

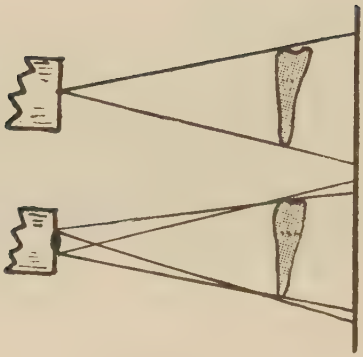


Abb. 9

Der große Fokus zeichnet unscharf, gleichsam wie mehrere nebeneinander angeordnete kleine Foci.

Der wichtigste Faktor der Bildschärfe ist wohl die Streuung der Röntgenstrahlen. Die primären Strahlen erzeugen beim Durchtritt des Objektes sekundäre Strahlen, die abweichende Richtung haben. Die Streuung ist um so größer, je umfangreicher das Streuungsmedium ist. Die Differenz in der Bildschärfe fällt am meisten auf, wenn man die intraoralen mit den extraoralen Bildern vergleicht. Bei diesen wirken die Weichteile als eine mächtige Streuschicht, die Streuung ist groß, das extraorale Bild ist nie so scharf wie das intraorale. Die Streuung macht sich verschieden geltend, je nach Lage des Objektes. Je mehr Streuungsmedium zwischen dem Objekt und dem Film ist, desto mehr kommt die Streuung zur Geltung. Auch hängt die Streuung von der Dichte des Streuungsmediums ab. Je größer die Dichte, desto größer die Streuung und umgekehrt; mit abnehmender Dichte sinkt die Streuung.

Um nun die Streuungsschärfe möglichst zu vermindern, nehme man eine möglichst große Fokusentfernung. Je größer diese ist, desto kleiner ist die Streuung. Die Ursache liegt in der Verkürzung der Strecke der Strahlen durch das Objekt und in der Parallelität der Strahlen. Dann lege man

den Film möglichst nahe dem Objekt, damit der Raum zwischen Film und Wurzel so klein wie möglich wird. Aus diesem Grunde ist so weit wie möglich die Bißlage des Filmes abzulehnen. Bißlage ist Notlage. Drittens nutze man die Struktur des Knochens so aus, daß keine unnötige Streuung der Strahlen zustande kommen kann, man muß also einen langen Weg der Strahlen durch die Compakta zu vermeiden suchen.

Daß diese Streustrahlen immer auftreten, beweist leicht folgender Versuch:

Ueber einen Film wird eine Büroklammer geschoben und für die Dauer mehrerer Aufnahmen in der Tasche getragen, wobei der Aufnehmende immer hinter der Röhre stand und der Tubus auf die Patienten gerichtet war. Schon nach 2 bis 3 Aufnahmen ist der Film in der Tasche belichtet, so daß man auf dem entwickelten Film deutlich die Zeichnung der Büroklammer erkennen kann.

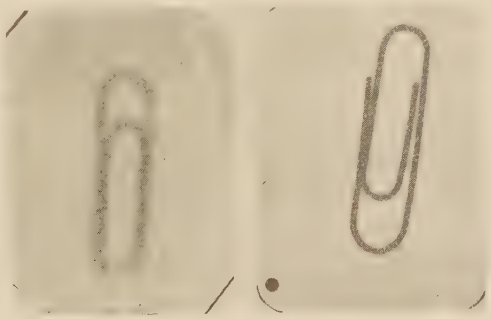


Abb. 10

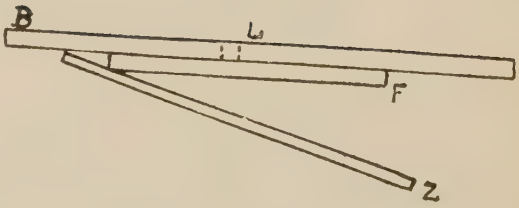
Nun taucht die Frage auf: handelt es sich überhaupt um direkte Strahlen, d. h. unzulänglichen Schutz trotz der Verkapselung der Röhre, oder um sekundäre Strahlen? Daß es sich um direkte Strahlen handelt, schien recht zweifelhaft. Kann man doch bei Plattenaufnahmen eine kreisrund abgegrenzte belichtete Zone sehen, die dem austretenden

Strahlenkegel entspricht, und die nach der Entfernung größer oder kleiner ist. Um dies zu entscheiden, wurde die Austrittsstelle der Strahlen mit einer Bleiplatte verschlossen. Bei diesen Filmen war nunmehr, auch bei einer zehnfachen Belichtungsdauer, von der Klammer nichts zu sehen. Der Schutz gegen direkte Strahlen ist also genügend. Demnach handelt es sich um sekundäre Strahlen. Dann wurde der Versuch erweitert, indem man den Tubus des Röntgenapparates nicht auf ein Objekt, sondern ins Freie richtete. Jetzt waren wieder nach 10facher Belichtungsdauer die Konturen der Klammer schwach erkennbar. Es traten also lange nicht so viele Streustrahlen wie beim ersten Versuch auf, weil diesmal das Streumedium nur die Luft war.

Es erhebt sich nun die Frage, wie weit die Schärfe des Röntgenbildes durch diese Streustrahlen beeinträchtigt wird. Ich habe deswegen zuerst untersucht, ob die Zinnfolie, die hinter dem Film liegt, überhaupt Strahlen reflektiert.

Abb. 11

B = Bleiplatte
F = Film
Z = Zinnfolie
L = Bohrloch



Für diesen Versuch legte ich eine Bleiplatte, in die ein kleines Loch gebohrt war, vor den Film und hinter den

Film eine Zinnfolie, die zu den Röntgenstrahlen nicht senkrecht stand. Falls Strahlen von der Folie reflektiert werden, müßten sie den Film neben dem Bilde treffen, das dem Loch in der Bleiplatte entspricht. Der entwickelte Film zeigt aber nur das Bild des Loches mit scharfen Konturen. Es ist also hierdurch bewiesen, daß Röntgenstrahlen nicht von der Zinnfolie reflektiert werden.

Dann habe ich untersucht, ob die Zinnfolie die Strahlen vollkommen resorbiert. Hierzu legte ich einen zweiten Film hinter den ersten mit der Folie. Auch jetzt wurde der zweite Film, wenn auch in viel geringerem Maße, von den Strahlen getroffen und belichtet. Die Zinnfolie fängt also nicht sämtliche Strahlen ab, sondern läßt einen gewissen Teil durchgehen.

Ich habe nun eine Reihe von Versuchen angestellt, in dem ich die Folie und ihre Stärke änderte. Ich nahm Zinn- und Bleifolien von 0,25 bis 1,0 mm Stärke. Die entwickelten Filme zeigten auch bei der Untersuchung mit Lupe und Lichtkasten keinen Unterschied in der Feinheit des Kontrastes und der Strukturzeichnung. Auch als ich die Folie ganz wegließ, entsprach das Bild genau dem vorigen. Ebenso war bei Unter- und Ueberbelichtung das Resultat dasselbe. Es dient die Folie also nur dazu, die Röntgenstrahlen abzubremsen und dem Film einen besseren Halt zu geben. Ersteres ist aber nicht unbedingte Forderung und letzteres kann man durch gewachstes Papier auch erreichen. So kann man bei dem heutigen Rohstoffmangel in Deutschland die Zinnfolien gänzlich sparen, was in der konservierenden Abteilung des Berliner Zahnärztlichen Institutes schon seit Jahren getan wird.

Heute benutzt man allgemein den doppelseitig begossenen Film, der zwei Vorteile gegenüber dem einseitig begossenen Film aufweist. Erstens ist der Kontrast schärfer, da der Film auf beiden Seiten belichtet und entwickelt ist, und zweitens rollt er sich nicht zusammen, wie es die Filme mit einseitiger Schicht taten.

Dann arbeitet man mit Verstärkerfolien, die die Röntgenstrahlen reflektieren und den Film so von der entgegengesetzten Seite nochmals belichten. Sie bestehen aus zwei ziemlich starren Pappflächen, die gleichmäßig mit einer Emulsion von feinstem wolframsauren Kalzium begossen sind. Diese Folien werden in eine verschließbare Metallkassette eingelegt, nachdem der ausgewickelte Film zwischen den Emulsionsoberflächen der Folien selbst untergebracht ist. Wenn die Röntgenstrahlen auf das wolframsaure Kalzium stoßen, wird eine Fluoreszenz erzielt, die zusammen mit der direkten Röntgenbestrahlung die Wirkung auf den belichteten Film verstärkt. Hierdurch kann die Belichtungszeit stark herabgesetzt werden. Für das intraorale Bild kommt die Methode nicht in Frage, da die Belichtungszeit hier schon sowieso minimal ist, und man für die Verstärkerfolien eine Kassette gebraucht, die sehr schwer im Munde angebracht werden kann.

Von großer Wichtigkeit ist das Röntgenbild für die Diagnostik der marginalen Paradentopathien (Paradentose). Es zeigt hier der unscharf begrenzte, wie ausgefasert erscheinende Alveolarrand und die trichterförmige Erweiterung des Alveolarspaltes den weiter fortschreitenden Einschmelzungsprozeß, während bei einer lange bestehenden bezw. stillstehenden Alveolarerkrankung die Compactabegrenzung sich regenerieren, sogar hypertrophieren kann. Auch die eine wichtige Rolle spielende restlose Entfernung der Konkremente wird durch röntgenologische Kontrolle gesichert. Auf die Regeneration der Alveolarcompacta wird auch zu achten sein, wenn es sich nach vorgenommener radikal-chirurgischer Paradentosebehandlung darum handelt, bei röntgenologischen Nachuntersuchungen ein Stillstehen (glatte Knochenränder) konstatieren zu dürfen oder ein Weiterschreiten des Prozesses (unscharfe, ausgefaserte Knochenränder) erkennen zu müssen. Der Wert des Röntgenbildes erweist sich besonders bei der Festlegung des Operationsplanes, d. h. der Ausdehnung der Anästhesie, der

Schnittführung und der Knochenabtragung. Gerade hier ist ein exaktes Bild, das dem Operateur die genaue Tiefe der Tasche zeigt, von größter Wichtigkeit. Es genügt nicht, die Tiefe der Tasche zu sondieren, man braucht den genauen Verlauf des Taschengrundes. Diesen im Röntgenbild sichtbar zu machen, ist nunmehr meine weitere Aufgabe.

Man behalf sich früher damit, daß man einen oder mehrere Guttaperchastifte in die Zahnfleischtasche steckte und dann die Aufnahme machte. Das ergab aber immer nur einen einzelnen Punkt und nicht eine Linie des Taschengrundes. Außerdem können durch falsche Einstellung der Röntgenröhre die Spitzen der Guttaperchastifte leicht zu hoch bezw. zu tief projeziert werden. Deswegen wende man hier die limbale Einstellung an, das heißt, der Zentralstrahl ist auf den Alveolarrand und nicht auf die Wurzelspitze gerichtet. Dadurch wird zwar die Gesamtlänge des Zahnes zu groß, aber die Länge der Zahnkrone verbessert.

Schon lange verwendet man Röntgenkontrastmittel, um Körperhöhlen und Organe im Röntgenbild sichtbar zu machen. Weshalb kann man diese nicht auch für die Zahnfleischtaschen gebrauchen? Man stößt hier bloß auf die Schwierigkeit der Applikation. Ein flüssiges Kontrastmittel dringt nicht bis auf den Taschengrund, da das Zahnfleisch der Zahnwurzel dicht anliegt und dieses nicht durchläßt oder emporpreßt. Deswegen kam ich auf den Gedanken, eine Paste von der Konsistenz eines dünn angerührten Zementes als Kontrastmittel zu nehmen. Sehr gut eignet sich hierzu Jodipin 40%ig, das ein Jodadditionsprodukt des Sesamöls ist, zur Paste gerührt mit Barium sulfuricum purissimum. Beides sind Röntgenkontrastmittel, die keinen schädlichen Reiz auf die Schleimhaut ausüben und sich gegenseitig noch verstärken. Es ist nicht leicht und erfordert ziemliche Mühe, diese Paste mit einem Modellierinstrument bis auf den Grund der Tasche zu bringen. Eine wesentliche Erleichterung hierfür kann man sich dadurch verschaffen, wenn man die Paste mittels einer Wurzelfüllkarpule in die Ta-

sche preßt. Wenn man dann noch mit dem Finger die Paste nach dem Grund massiert, wird das Bild einen klaren Verlauf des Taschengrundes zeigen. Damit sich nun die Linie des Taschengrundes labial nicht mit der palatinalen bezw. lingualen überdeckt, füllt man erst labial, dann palatinal bezw. lingual und röntgt zweimal. Da die Paste nicht erhärtet, kann man sie nach der Röntgenaufnahme leicht wieder entfernen und die Taschen mit Wasserstoffsuperoxyd säubern.

Abb. 12

Zusammenfassung.

Die Röntgenographie basiert der Hauptsache nach nicht auf der Kenntnis des Röntgenapparates, auch nicht der Dunkelkammerarbeit. Beides ist in kurzer Zeit leicht zu erlernen. Der Schwerpunkt liegt in der Projektionslehre, in der Deutlichkeit des Bildes und in der eigenartigen Zeichnung der Röntgenstrahlen, welche obendrein durch die Anatomie der Kiefer und den Umstand, daß wir in den Zähnen und Kiefern nach so kleinen Prozessen und Gebilden fahnden, wie es sonst in keinem anderen Knochen der Fall ist, ein fast spezifisches Gepräge erhält.

Um den Zahn in möglichst naturgetreuer Form wiederzugeben, muß man nach der Isometrieregel von Cieszynski die Aufnahme machen, d. h. der Zentralstrahl soll durch den Apex gehen und senkrecht auf die Winkelhalbierende von Zahn und Film auffallen. Eine Kontrolle, ob eine Verzerrung in der Längsrichtung vorliegt, erhält man leicht, wenn man eine Nadel von bestimmter Länge mitröntgt. Bei trepanierten Zähnen stecke man die Nadel in den Wurzelkanal, bei vitalen aber kann man sie mit Biopercha an der Krone befestigen. Eine Erleichterung schafft man sich noch dadurch, daß man die Länge der Nadel 10 mm nimmt und zugleich auf den Röntgenfilm eine Millimetereinteilung bringt.

Ferner soll ein Film nie durchgebogen werden, da ein gebogener Film wie ein gebogener Spiegel wirkt, und das Bild vollständig verzerrt wird.

Die Schärfe des Röntgenbildes wird umso besser, je kleiner und weiter entfernt der Fokus ist. Der wichtigste

Faktor für die Schärfe sind die Streustrahlen. Um sie möglichst auszuschalten, nehme man eine große Fokusentfernung und eine möglichst kleine Entfernung zwischen Objekt und Film. Drittens nutze man die Struktur des Knochens so aus, daß die Röntgenstrahlen einen möglichst kurzen Weg durch den Knochen, hauptsächlich durch die Compacta nehmen.

Nun wurde durch Versuche nachgewiesen, daß stets Streustrahlen auftreten, und diese abhängig sind von dem Streuungsmedium. Daß diese direkte Strahlen waren, die durch eine ungenügende Verkapselung der Röhre drangen, widerlegte ein anderer Versuch.

Ferner erbrachten weitere Versuche das Resultat, daß die Zinnfolie hinter dem Film unnötig ist, da sie die Strahlen doch nicht gänzlich resorbiert, sondern nur abbremst. Sie übt auf die Schärfe des Bildes keinen Einfluß aus, da von ihr keine Strahlen reflektiert werden.

Es wird der Vorteil des doppelseitig begossenen Filmes erörtert und ebenso, daß die Verstärkerfolien für das intraorale Röntgenbild nicht in Frage kommen, da hier die Belichtungszeit schon minimal ist, und auch die Kassetten sich schlecht im Munde anbringen lassen.

Für die Diagnostik der parodentalen Erkrankungen wird ein Verfahren befürwortet, das ermöglicht, die Zahnfleischtaschen in ihrer ganzen Ausdehnung im Röntgenbild sichtbar zu machen. Es ist dies ein Röntgenkontrastmittel, das aus zwei einzelnen Kontrastmitteln, Jodipin und Bariumsulfat, zu einer Paste gerührt wird und sich dadurch in ihrer Wirkung verstärkt und mittels einer geeigneten Spritze in die Taschen gepreßt wird. Im Gegensatz zu dem früheren Verfahren, die Tiefe der Tasche mittels eines Guttaperchastiftes zu analysieren, hat das neue Verfahren den Vorteil, den ganzen Verlauf des unteren Taschenrandes erkennen zu lassen.

Literaturverzeichnis.

Balters: Leitfaden der zahnärztl. Röntgenologie. Meusser, Berlin 1925.

Bouland: Einige Neuerungen und Handgriffe in der zahnärztl. Röntgenologie. Sem. Dent. 1934 H. 1 S. 9.

Cave: Eine neue Methode der Wurzelmessung durch Röntgenstrahlen. Brit. Dent. 1929 H. 5 S. 245 Ref. Z. R. 1929 H. 16 S. 698.

Cieszynski: Zahnärztl. Röntgenologie und klinische Zahnheilkunde im Röntgenbild. Barth, Leipzig, 1926.

de Croes: Studie über Paradentoseerkrankungen mit Hilfe des Röntgenbildes. Presse. Dent. 1934 H. 3 S. 153 H. 4 S. 196 Ref. Z. f. Stom. 1935. H. 19 S. 1213.

Fitz: Neuerungen auf dem Gebiet der zahnärztl. Röntgenologie. D. Z. W. 1924 H. 21 S. 292.

Frentzen: Experimentelle Studien über Röntgenkontrastmittel in der Zahnheilkunde. Ing. Diss. Leipzig 1933.

Fukase: Möglichkeiten zur Verbesserung in der Erzielung harmonischer Röntgenbilder. Röntgenpraxis 1930. H. 10 S. 472 Ref. Fortschritte 1931 S. 662.

Hauberrisser: Röntgenologie und ihre Fehlgriffe. Fortschritte 1925 S. 637, 1926 S. 563, 1927 S. 554, 1928 S. 601, 1929 S. 586, 1930 S. 536, 1931 S. 595, 1932 S. 515, 1933 S. 572.

Hirschberg: Die Vorteile doppelseitig begossener Filme für die zahnärztl. Röntgenaufnahmen. Z. R. 1924 H. 33 S. 443.

Janker: Ueber Erfahrungen mit Jodopin als Röntgenkontrastmittel. Röntgenpraxis 1929, H. 16 S. 746.

Lemaster: Technische Neuerung für Röntgenologische Aufnahmen. The Journal of the Nat. Dent. Ass. 1921 H. 4. Ref. Z. R. 1921 H. 36 S. 579.

Meyer: Technische Fortschritte der Röntgenaufnahmen. Fortschritte 1932 H. 4 S. 445.

Parma: Röntgenographie der Zähne und Kiefer. Urban u. Schwarzenberg, Berlin, 1936.

Pordes: Die radiographische Darstellung der einzelnen Zähne und Kiefer. Z. f. Stom. 1919 H. 2 S. 38 Ref. Z. R. 1919 H. 26 S. 248, H. 38 S. 392.

Praeger: Das intraorale Röntgenbild. Lehmann, München, 1936.
Ries-Centano: Bedeutung von Röntgenaufnahmen mit röntgendichten Substanzen. Revist. Odont. 1934 H. 9. Ref. Z. f. Stom. 1935 H. 12 S. 763.
Scherbel: Eine einfache Meßmethode bei Röntgenaufnahmen. Z. f. Stom. 1923 H. 6 S. 343.
Scherbel: Eine Neuerung im zahnärztl. Röntgenverfahren. Z. f. Stom. 1927 H. 3 S. 132.
Spanier: Die Vorteile doppelseitig begossener Filme für die zahnärztl. Röntgenaufnahmen. Z. R. 1924 H. 38 S. 507.
Waßmund: Die röntgenologische Kontrastdarstellung mit Jodipin. V. f. Z. 1927 H. 4 S. 524 Ref. Z. R. 1928 H. 25 S. 1056.
Weski: Röntgendiagnostik bei marginalen Paradentosen. Z. R. 1921 H. 46 S. 738.

Lebenslauf.

Ich wurde am 19. Juni 1905 als Sohn des Hausbesitzers Hermann Wollschläger in Bromberg geboren. Meine Schulausbildung genoß ich in Bromberg am Realgymnasium, als dieses polnisch wurde, am Deutschen Privatgymnasium. 1922 kam ich nach Potsdam an die Staatliche Bildungsanstalt, wo ich im Februar 1925 mein Abitur machte. Da ich beabsichtigte, Maschinenbau zu studieren, arbeitete ich erst praktisch in einer Maschinenfabrik und ließ mich dann im Wintersemester 1925/26 an der Danziger Technischen Hochschule immatrikulieren. Aus finanziellen Gründen mußte ich öfter mein Studium unterbrechen, wurde auch zum polnischen Militär eingezogen, so daß mein Examen als Dipl.-Ing. immer wieder hinausgezogen wurde. Da inzwischen die Aussichten für den Diplomingenieur so schlecht geworden waren, stellt ich mich um und studierte vom Wintersemester 1931/32 in Berlin Zahnmedizin. Am 4. März 1936 bestand ich hier mein zahnärztliches Staatsexamen mit gut.